Ueber
einige niedere Algenpilze (Phycomyceten)
und eine neue Methode
ihre Keime aus dem Wasser zu isoliren.

Von

W. Zopf.

Mit zwei Tafeln.



Einleitung.

Wissenschafter wie Practiker haben vielfach die Aufgabe, zu prüfen, ob ein bestimmtes Wasser irgendwelche niedersten Organismen enthalte, ob es ganz bestimmte Formen derselben beherberge, ob dieselben in einem bestimmten Wasser in geringerer oder grösserer Anzahl vorhanden seien, ob sie gewisse Gewässer bevorzugen oder überall vorkommen und Anderes mehr — Fragen, die sich sowohl der Botaniker, als der Zoologe und der Hygieniker etc. gelegentlich zu stellen haben.

Wenn die in Rede stehenden Organismen in grösseren oder doch characteristischen Formen auftreten, ist die Lösung solcher Fragen nicht mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft, da man durch unmittelbare mikroscopische Untersuchung die morphologischen Charactere und damit die systematische Stellung der betreffenden Lebewesen meist genügend feststellen kann. Ich erinnere nur an Infusorien, Englenen, Beggiatoen, Wasserschimmel, blaugrüne Algen etc.

Allein in vielen Fällen liegen die Verhältnisse minder günstig, dann nämlich, wenn die Formen nicht besondere Characteristica zeigen und sehr vereinzelt auftreten, oder gar wenn es sich darum handelt, die winzigsten Keime niederster Organismen zu isoliren und nachzuweisen, die dem Beobachter unter dem Mikroscop entweder völlig entgehen können oder doch keinen Schluss auf die zugehörige Species gestatten.

In solchen Fällen werden besondere Methoden nöthig, die es ermöglichen, die Keime sicher aufzufangen, festzuhalten und zu solcher Entwickelung zu bringen, dass der Character der Species festgestellt werden kann. Für manche Spaltpilze ist eine solche Methode bereits mit Erfolg in Anwendung gebracht: die Gelatinemethode. Nun giebt es aber eine sehr grosse Reihe anderer Keime in den Gewässern, die theils ebenfalls den Spaltpilzen, und zwar gerade den typischen Wasserspaltpilzen, theils anderen Gruppen: wie Monadinen, Flagellaten,

niederen Algenpilzen (z. B. Chytridiaceen, niederen Saprolegniaceen), den ächten Pilzen und anderen zugehören.

Hier giebt die Gelatinemethode kein Resultat, und eine andere passende Methode fehlte bisher.

Mehrfache Bemühungen meinerseits, diese Lücke auszufüllen, haben nun zwar nicht den ganzen Erfolg gehabt, den ich ihnen wünschen mochte, doch führten sie wenigstens zur Ermittelung einer einfachen Methode, durch welche es gelang, die Keime einiger Chytridiaceen, Saprolegnieen und Monadinen aus verschiedenen Gewässern zu isoliren und bis zur vollen Entwickelung, d. h. zur Fructification zu bringen.

Diese Methode besteht darin, dass man die Keime vermittelst isolirter Pflanzenzellen, wie Pollenkörner, Farnsporen, Pilzsporen etc., die man einfach dem betreffenden Wasser aufsät, einfängt und sich dieselben weiter entwickeln lässt bis zur Fructification.

Während eine Bestimmung einzeln im Wasser suspendirter Keime (Schwärmsporen, Amoebenzustände) gerade solcher Organismen, wie jeder Kundige zugeben muss, zu den Unmöglichkeiten gehört, lassen sich die durch derartige Züchtung erhaltenen fertigen Zustände nach ihrer systematischen Stellung mit Sicherheit beurtheilen.

Auf dem genannten Wege ist es mir z. B. gelungen, aus dem die Kloaken Halle's aufnehmenden Saalearm, der nach meinen Erfahrungen ziemlich reich an niedereren Organismen ist, und ebenso aus beliebigen stehenden oder fliessenden Gewässern der Umgegend von Halle und Hettstedt eine Reihe von niederen Phycomyceten und Monadinen zu isoliren; so z. B. ein neues *Lagenidium*, zwei *Rhizophidien* (darunter ein neues), einige *Olpidien*, eine *Vampyrellee* und mehrere andere, wie es scheint ebenfalls Monadinen-artige Organismen.

Als Fangmaterialien lassen sich Pollenkörner sowohl von Angiospermen (Monocotylen und Dicotylen) als auch ganz speciell von Coniferen verwerthen, am Besten (und für einige Objecte wie es scheint ausschliesslich) im lebenden Zustande.*) Auch Farnsporen und Pilzsporen**) können als Fangapparate dienen. Sehr geeignet sind besonders die Blüthenstäubchen der Coniferen, einmal, weil sie sich leicht in grossen Massen gewinnen lassen, andrerseits, weil man sie unbeschadet

*) In todten Pollenkörnern von *Pinus* hat Braun zuerst Chytridien beobachtet.

**) Z. B. von *Cephalothecium roseum.*

ihrer Lebensfähigkeit lange Zeit aufbewahren kann, was übrigens auch für viele Angiospermen-Pollen gilt. Dass die Keime der eingefangenen niederen Organismen wirklich aus dem Wasser stammen und nicht etwa, wie einer oder der andere Leser vermuthen könnte, den Fangzellen ursprünglich anhafteten, kann man leicht dadurch beweisen, dass sich in den letzteren, wenn sie auf sterilisirtes, destillirtes Wasser gesät werden, nichts von jenen Organismen entwickelt (es müssten denn Spaltpilze sein, für welche die Methode ohnehin nicht in Anwendung gebracht werden soll).

Da, wie ich auf Grund dreijähriger Erfahrung behaupten darf, einige der genannten Organismen, wie *Lagenidium pygmaeum, Rhizophidium pollinis* (A. Braun), *Olpidium luxurians* Tomaschek, auf dem erwähnten Wege (speciell mittelst der Pollenmethode) mit ich möchte sagen unfehlbarer Sicherheit isolirt werden können, so ist zugleich die Möglichkeit gegeben zu einer genaueren Feststellung der geographischen Verbreitung solcher Objecte.

Bei der Anstellung der Isolirungsversuche ist es angezeigt, nicht zu kleine Quantitäten des zu untersuchenden Wassers zu entnehmen (am Besten 1 Liter und mehr; doch geben häufig schon geringe Mengen schöne Resultate), dasselbe womöglich nicht im geschlossenen Gefäss zu transportiren, damit nicht etwa Keime durch Luftmangel sterben, und möglichst bald nach der Entnahme in flache sterilisirte Krystallisirschalen zu füllen. Hierauf besäet man die Oberfläche des Wassers mit den Fangzellen und schliesst das Culturgefäss durch einen Deckel.

Bei einigen der im Wasser vorkommenden niederen Organismen (Phycomyceten) zeigen die Keime (Zoosporen) die Eigenthümlichkeit, dass sie sofort oder doch bald nach der Aufsaat von Pollenzellen nach diesen hinwandern, sich an die Membran derselben ansetzen, abrunden und nun in das Innere eindringen. Diese Thatsache, die durch directe Beobachtung leicht festgestellt werden kann, beruht wahrscheinlich darauf, dass in den Pollenzellen Stoffe vorhanden sind, welche auf die im Wasser suspendirten Keime solcher niederen Phycomyceten einen anlockenden Reiz ausüben, der sie veranlasst, auf die Pollenkörner zuzusteuern und sich an ihnen festzusetzen. Dass chemische Reize in der That auf die Bewegungen mobiler Zellen einen richtenden Einfluss ausüben können, ist ja neuerdings durch Pfeffer's wichtige Untersuchungen*) hinlänglich begründet worden.

Unter günstigen Verhältnissen (beispielsweise im warmen Hochsommer) erlangt man oft schon 15—30 Stunden nach der Pollen-Aufsaat entwickelte (Sporangien-

*) Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Untersuchungen aus dem botan. Institut Tübingen. Bd. I Heft 3. 1884.

tragende) Pflänzchen, und auch hieraus geht das schnelle Befallenwerden der Pollen hervor.

Die Pollenmethode dürfte sich endlich auch empfehlen, wenn es darauf ankommt, sich *Chytridiaceen*, speciell das wohl überall in Gewässern vorkommende *Rhizophidium pollinis* (A. Braun) zu Zwecken der Demonstration im Colleg oder in den mikroscopischen Kursen zu gewünschter Zeit zu verschaffen, zumal man sonst oft nur durch Zufall in den Besitz solcher Pilze gelangt. Ich selbst habe mir in den letzten drei Jahren *Rh. pollinis* und *Lagenidium pygmaeum* aus der Saale zu beliebiger Zeit zum Studium oder zur Demonstration heranzüchten können.

Im Folgenden gebe ich nun eine Darlegung der Entwickelungsgeschichte einiger der Organismen, welche mittelst der besprochenen Methode erzogen wurden, und zwar einer *Lagenidiee* (*Lagenidium pygmaeum* nov. spec.) und zweier *Rhizidiaceen* (*Rhizophidium pollinis* A. Braun und *Rh. Sphaerotheca* nov. spec.) und schliesse daran eine kurze Characteristik zweier anderer *Rhizidiaceen*, des *Rhizophidium Cyclotellae* nov. spec. und *Rhizophyton Sciadii* nov. spec. Das Ganze stellt eine kleine Fortsetzung meiner früheren Arbeit*) dar, der noch eine zweite und schliesslich die versprochene „Vergleichende Morphologie und Biologie der Chytridiaceen" folgen werden.

---

1. Rhizophidium pollinis (A. Braun).

Hierzu Taf. I. Fig. 1—20.

Von dem Begründer der Gruppe der *Chytridien*-artigen Gewächse, A. Braun, ist angenommen worden, dass gewisse Repräsentanten derselben, wie z. B. sein *Chytridium pollinis Pini, Ch. globosum, apiculatum* u. A. zu ihren Wirthen in rein epiphytischen Beziehungen ständen**), indem sie, anstatt mittelst besonderer Organe ins Innere einzudringen, denselben nur äusserlich aufsässen, aber trotzdem von ihnen ernährt würden.

---

*) Zur Kenntniss der Phycomyceten. I. Zur Morphologie und Biologie der Ancylisteen und Chytridiaceen. Nova Acta Leop. Bd. 47. Halle 1884.

**) Ueber *Chytridium*, eine Gattung einzelliger Schmarotzergewächse. Abhandlungen der Berliner Akademie 1855.

Ein solcher reiner Epiphytismus wäre nun zwar von vornherein nicht undenkbar, denn ich selbst habe vor 12 Jahren in einer Sitzung des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg (1874) im physiologischen Institut zu Berlin ausgeführte Untersuchungen und Zeichnungen von einer *Melanospora* (*Didymariae* m.*) vorgelegt, aus welchen hervorgeht, dass deren Hyphen epiphytisch auf den Paraphysen einer *Humaria* leben, und in allerjüngster Zeit ist seitens Kihlmann's**) Aehnliches für eine andere *Melanospora* festgestellt worden (*M. parasitica*); allein bei solchen Chytridiaceen stösst eine Deutung, wie die obige, doch auf gewisse Schwierigkeiten, da man nicht einsieht, wie eine parasitische Zelle, die in Folge ihrer Form die Wirthszelle nur an einem einzigen Punkte berühren kann, sonst aber keinerlei Haftorgan besitzt und auch nicht mit ihr verwächst, ihre Nahrung aus einem mit relativ dicker, oft stark cuticularisirter Wandung versehenen Wirthe entnehmen soll.

Von dieser Erwägung ausgehend wird man Untersuchungen über das nähere Verhalten solcher „Epiphyten" als wünschenswerth bezeichnen müssen.

Ich habe bereits früher Untersuchungen in diesem Sinne vorgenommen und bin dabei zu dem Resultate gekommen, dass einige Chytridiaceen, die man bei oberflächlicher Prüfung für ächte Epiphyten halten könnte, resp. thatsächlich gehalten hat, bei Anwendung besonderer Präparationsmethoden und eingehenderer entwickelungsgeschichtlicher Beobachtung deutlich-endophytische Beziehungen zu ihren Ernährern erkennen lassen.

Dahin gehören unter anderen das *Chytridium apiculatum* und das *Chytridium globosum* A. Braun's, welche nach meinen Darlegungen als endomyceliale (*Rhizidium*-artige) *Chytridiaceen* aufzufassen sind.***)

Es war hiernach zu vermuthen, dass auch *Chytridium pollinis Pini* A. Br. ausser seiner extramatikalen Zelle noch eine zweite, intramatikale Zelle in Form eines Mycels bilden möchte, und ich habe diesen Gesichtspunkt bei der Untersuchung besonders im Auge behalten. Die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen wurden zumeist gemacht an Material, das ich mittelst lebender Pollen von *Pinus*-Arten (*P. silvestris, Laricio, austriaca, Pinaster* und *Pallasiana*) einfing.

Zu Anfang gelangen in den Culturen stets nur die bisher allein bekannten Zoosporangien-Pflänzchen (Fig. 1) zur Entwickelung; zunächst findet man an

*) Vergl. Winter, G. Die Pilze (in Rabenhorst's Kryptogamenflora) Abth. II. p. 95.

**) Zur Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten (Acta. Soc. Scient. Fenniae. tom. XIII 1883. Helsingfors).

***) L. c.

jeder Pollenzelle nur einige wenige (etwa 1—4), später eine grössere Anzahl, bis zu 12 und selbst (in selteneren Fällen) noch mehr.

Die Sporangien zeigen in den grösseren Formen exact-kugelige, bisweilen auch stumpfeckig-kugelige, in den kleineren schwach apiculirte oder kurz-eiförmige Gestalt (Fig. 1—3. 9. 15. 16.). Sie stehen bald in Gruppen beisammen (Fig. 11. 15.) bald finden sie sich in ziemlich gleichmässiger Weise über die ganze Oberfläche des Pollenkorns vertheilt, oft in so dichter Stellung, dass sie das Letztere förmlich verdecken. Wie bei anderen *Chytridiaceen* schwanken die Grössenverhältnisse nicht unbeträchtlich. Denn während die stattlichsten Exemplare einen Durchmesser von etwa 36 mikr. oder noch etwas darüber erlangen, sinkt dieser bei den kleinsten Behältern bis auf etwa 8 mikr., unter Umständen auch noch tiefer herab.

Die in den Sporangien entstehenden Schwärmer gehören zu den kleineren *Chytridiaceen*-Schwärmern (Durchmesser 4—6 mikr*). Von kugeliger Form, sind sie ausgestattet mit einem stark lichtbrechenden rundlichen Körperchen (dem fettreichen Kern), einem daneben liegenden schwächer lichtbrechenden Plasmaklümpchen und einer relativ langen Cilie (Fig. 2. 7). Eine Zwischensubstanz, wie sie bei anderen *Chytridiaceen* constatirt wurde, ist nicht vorhanden, da das gesammte Plasma des Sporangiums für die Sporenbildung aufgebraucht wird.

Während in den stattlichsten Sporangien-Exemplaren nach ohngefährer Schätzung an 100—150 Zoosporen erzeugt werden, reducirt sich in sehr kleinen Behältern die Zahl auf etwa ein Dutzend.

Für die Entleerung sind an der relativ dicken, übrigens deutliche Cellulose-Reaction zeigenden Haut der Sporangien besondere Einrichtungen vorhanden, die von Braun übersehen wurden. Es entstehen nämlich in der Sporangienmembran engumschriebene kreisförmige Tüpfel von etwa 4—7 mikr. im Durchmesser. An den kleinsten der Behälter sind sie in der Einzahl und in terminaler Stellung vorhanden, an den mittelgrossen zu 2—3, an den grössten Formen zu 3—4 (Fig. 2. 3. 9. 16). In letzteren Fällen stehen sie in meist gleichweiten Abständen von einander. Zur Zeit der Reife nun stülpt sich die Membran des Tüpfels etwas nach aussen und quillt dergestalt

*) Schröter in: Kryptogamenflora von Schlesien, Abtheilung Pilze giebt an, dass die Zoosporen von *Rh. pollinis Pini* (unter Phlyctidium pollinis Pini A. Braun) nur 2,5 mikr. Durchmesser haben. Ist diese Messung richtig, so muss ich behaupten, dass S. eine andere Species vor sich gehabt hat, vielleicht mein *Rhizophidium Sphaerotheca*, das dem *Rh. pollinis* täuschend ähnlich ist, aber nur 2,5—3 mikr. messende Schwärmer besitzt, während die von *Rh. pollinis* ohngefähr das Doppelte dieser Grösse erreichen.

auf, dass sie einen knopfförmigen oder kurz-säulchenartigen Gallertpfropf darstellt (Fig. 1. 4.). Durch schliessliches vollständiges Verquellen desselben im Wasser entsteht je ein 5—8 mikr. weites Loch, durch welches die Zoosporen sofort ausschwärmen.

So lange das Sporangium noch von Inhalt erfüllt ist, kann man die Tüpfel und Gallertpapillen leicht übersehen (und hieraus erklärt sich die Angabe Braun's und Schröter's, nach welcher nur eine Mündung vorhanden sein soll); nach der Entleerung aber oder nach Behandlung mit färbenden Reagentien (Jod, Anilinfarben) lassen sich die in Rede stehenden Verhältnisse leicht beurtheilen.

Frei geworden, jagen die Schwärmer mit rapider Schnelligkeit im Wasser umher, wobei sie die Cilie nachschleppen. Genauer beobachtet äussert sich die Schwärmthätigkeit in der Weise, dass sie erst eine kurze Strecke in mehr oder minder gerader Richtung vorwärts schiessen, um plötzlich Halt zu machen, dann eine kurze Strecke nach einer anderen Richtung hinjagen, um wiederum plötzlich anzuhalten u. s. f. Die Schwärmbahn beschreibt demnach eine Zickzacklinie mit meist spitzen Winkeln. Doch können die Schwärmer auch ziemlich weite Strecken in mehr oder minder gerader Richtung durchmessen, ohne irgendwo Station zu machen. In Fig. 8 habe ich die Schwärmbahn einer Zoospore von A in der Richtung des Pfeiles bis zu Z gehend) graphisch dargestellt und zwar möglichst im Anschluss an eine bestimmte Beobachtung. Die Punkte bezeichnen die Haltestellen.

Vor einigen Jahren theilte Fisch die interessante Thatsache mit*), dass bei einer *Rhizidiaceen*artigen Chytridiee, welche eine *Mesocarpus*-Art bewohnt, Schwärmer gebildet werden, welche „sich zu zwei mit den cilientragenden Polen nähern und nach kurzer Zeit völlig mit einander verschmelzen."

Durch diese Beobachtung Fisch's angeregt, habe ich mich nun bemüht, an dem mir so reich zu Gebote stehenden Material von *Rhizophidium Pollinis Pini* etwas Aehnliches zu beobachten; das Resultat fiel indessen, sowohl bei in Rede stehender Species, als bei den nachher zu beschreibenden Arten völlig negativ aus. Die Schwärmer drangen immer in die Wirthszellen ein, ohne vorher copulirt zu haben. Wahrscheinlich kommt jene Erscheinung nur vereinzelt bei den *Rhizidiaceen* vor. Gegen Sauerstoffabschluss zeigen sich die Zoosporen so empfindlich, dass sie alsbald zur Ruhe kommen und vollständig zerfliessen.

Betrachtet man die Schwärmer bei starker Vergrösserung näher, so bemerkt

*) Sitzungsberichte der phys. med. Societät zu Erlangen, Juni 1884: Ueber zwei neue Chytridiaceen.

man in ihrem Hyaloplasma zwei grössere Körper. Der eine ist sphärisch, von excentrischer Lage, stark lichtbrechend und fettreich; er stellt wohl einen fettreichen Kern dar; der andere, diesem zur Seite liegend, bildet ein nicht so stark lichtbrechendes Plasmaklümpchen, das sich mit Färbungsreagentien (z. B. Gentianaviolett) deutlich färben lässt (Fig. 7). Mir schien es, als ob von diesen Plasmaklümpchen die Cilie ihren Ursprung nimmt.

In welcher Weise die Schwärmer die Pollenzellen befallen, lässt sich sicher feststellen, wenn man in einen hängenden Tropfen, der reife Sporangien enthält, frische Pinuspollen einsät. Die Schwärmer jagen erst längere Zeit umher, setzen sich aber nach ein oder wenigen Stunden an die Membran der Pollenzellen (fast niemals an die sogenannten Luftsäcke) an und dringen nun (nachdem sie die Cilie eingezogen) mittelst eines sehr feinen Keimschlauchs durch dieselbe in den Inhalt des Pollenkorns hinein. Schon nach etwa 10 Stunden sieht man an diesem Keimschlauch die ersten Seitenzweige in monopodialer Folge entwickelt (Fig. 10. 11), die sich dann noch vermehren und ihrerseits verästeln, um schliesslich ein reich gegliedertes, sehr feinfädiges Mycelsystem zu bilden (Fig. 1—3. 9. 12. 14. 18).

Die von dem Mycel aus dem Wirthszellinhalt aufgenommene Nahrung wird der ehemaligen, ausserhalb der Pollenhaut befindlichen Schwärmsporenzelle zugeführt, und diese wächst infolgedessen zu einem grossen, rundlichen Körper, dem bereits betrachteten Sporangium heran (Fig. 11 — 14. 15. 1.) Von näheren hierbei stattfindenden Vorgängen ist hervorzuheben, dass der als fettreicher Kern der ursprünglichen Schwärmspore bezeichnete Theil etwas an Volumen zunimmt und dass dann neben ihm andere, ebenfalls runde, stark lichtbrechende Körper auftreten (Fig. 11), deren Zahl sich beständig vermehrt, bis schliesslich nur die dem freien Pole entsprechende Inhaltspartie des jungen Sporangiums frei von ihnen ist (Fig. 12. 14.). Endlich erscheint der ganze Behälter gleichmässig von stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt, um die sich dann das übrige Plasma zur Schwärmsporenbildung ansammelt.

Braun's Darstellung der Entwickelungsgeschichte weicht von der meinigen in 2 wesentlichen Punkten ab. Einerseits hat er die Existenz eines Mycels übersehen, andererseits sind die Zustände, die er als Jugendformen des Sporangiums ansieht, in den Entwickelungsgang der weiter unten zu characterisirenden Dauersporenpflänzchen gehörig, wie sich auch aus seinen Figuren und der zugehörigen Erklärung ergiebt.

Anfangs gewann auch ich den Eindruck, als ob der Pilz nur eine extramatrikale Zelle, nicht aber ein intramatrikales Organ bilde. In dem durch dichte

Lagerung seiner Körnchen getrübten, von den anliegenden Luftsäcken beschatteten und von der relativ dicken, überdies durch aufgelagerte Körnchen gebräunten Membran umgebenen Inhalt der Pollenzelle liess sich nämlich auf blossem optischen Wege nichts von einem solchen Organ nachweisen: nur an vereinzelten, minder undurchsichtigen Pollenzellen schien eine Andeutung eines rudimentären Mycels vorhanden zu sein; doch konnte keine volle Sicherheit gewonnen werden. Ich nahm daher darauf Bedacht, Inhalt und Membran der befallenen Pollenzelle möglichst durchsichtig zu machen und Färbungsmethoden anzuwenden. Schwaches Aufkochen in verdünntem Glycerin und darauf folgende Färbung mit Bismarkbraun in verdünntem Glycerin gelöst, führte zu gutem Ergebniss. Man konnte mit voller Klarheit sehen, wie von der Basis des extramatrikalen Sporangiums aus ein die Pollenhaut durchsetzender Mycelfaden ausging, der sich im Innern nach dem monopodialen Typus mehrfach verzweigte und verästelte. Dicht unterhalb des Sporangiums erschien er am dicksten, um weiter nach dem Innern der Pollenzelle zu feiner und zarter zu werden. Später habe ich mich einfacherer Verfahren bedient. Wenn man nämlich nach etwa 1 stündiger Behandlung mit Aetzkali oder nach kurzer Behandlung mit etwa 6 % Chromsäure durch flüchtigen starken Druck auf das Deckglas eine Quetschung der Pollenkörner bewirkt, so wird die cuticularisirte Aussenhaut derselben gesprengt und die farblose Cellulose-Innenhaut sammt den Mycelien ganz herausgedrängt. Man kann jetzt die mycelialen Systeme in ihrer ganzen Ausdehnung verfolgen, die feinsten Endästchen zur Anschauung bringen (Fig. 9) und sich überdies von der relativ sehr reichen und dichten. fast strauchartig zu nennenden Verästelung des mycelialen Organs überzeugen. Schliesslich habe ich mich, die Reagentien ganz beiseite lassend, mit gutem Erfolg bloss der Quetschung bedient, um die Mycelsysteme deutlich zu machen. Dass bei diesem Verfahren die Sporangien häufig vom Mycel abgetrennt werden, ist selbstverständlich. Es bleiben aber Objecte genug, an denen die Continuität beider Organe zu sehen ist. Somit steht fest, dass das *Chytridium pollinis Pini* weder ein ächter Epiphyt ist, noch auch, wie Schröter (l. c.) neuerdings angiebt, *Phlyctidium*artigen Character, also ein nur einfach-fädiges Haustorium besitzt.*)

Es lassen sich von dem Pilze Reinculturen herstellen in folgender Weise: Mittelst einer flachen Nadel bringt man einige befallene Stäubchen in einen hängenden

*) Schröter sagt übrigens in der Diagnose: „Haustorium nicht oder nur undeutlich wahrnehmbar." Wahrscheinlich hat er, wie ich bereits oben hervorhob, eine ganz andere Species vor sich gehabt.

Tropfen des Deckglases, mustert ein jedes derselben in Rücksicht darauf, ob es wirklich nur den in Rede stehenden Parasiten besitzt (was mit völliger Sicherheit möglich ist), lässt, wenn jenes der Fall war, ein reifes Sporangium seine Schwärmer entleeren und bringt nun mittelst einer flachen Nadel einen Theil des Tröpfchens und damit zahlreiche Schwärmer des Pilzes in ein sterilisirtes Schälchen mit ausgekochtem, destillirten Wasser, auf das man frische Pollenkörner sät.

In einer solchen Cultur erhält man zunächst wieder Sporangienpflänzchen. Nach etwa 8—14 Tagen aber, bisweilen schon früher, treten dann auch Dauersporen bildende Individuen auf, deren Zahl in den nächsten Wochen allmählich grösser wird, ohne dass die Sporangien bildenden Individuen gänzlich zurücktreten.

Die Entwickelung der Dauersporenpflänzchen stimmt mit der der Sporangien bildenden Pflänzchen zunächst vollkommen überein. Denn dort wie hier sendet die Schwärmspore einen feinen Keimschlauch durch die Membran ins Innere der Pollenzelle hinein, der sich alsbald zum feinen, reich verästelten Mycel verzweigt. Dort wie hier entwickelt sich die Schwärmzelle unmittelbar zum extramatrikalen fructificativen Organ.

Das Mycel der Dauersporenpflänzchen kann in den meisten Fällen ebenfalls nur mittelst besonderer Präparation (s. oben) nachgewiesen werden.

Die aus der Schwärmzelle sich entwickelnde Dauerspore stellt im fertigen Zustande eine vollkommen oder etwas niedergedrückt-kugelige Zelle dar, welche mit einer relativ dicken, zweischichtigen, sculptur- und farblosen, dabei Cellulosereaction zeigenden Membran und einer grossen, das Lumen fast ausfüllenden kugeligen Masse von stark lichtbrechendem (den Kern verdeckenden), durch Osmiumsäure braun werdenden, also fettreichen Reserveplasma versehen ist. (Fig. 17. 18).

Im Allgemeinen erreichen die Dauersporen im Vergleich zu den Sporangien geringere Grösse, denn sie halten im Diameter nur etwa 9—20 mikr. (während die Sporangien einen Durchmesser von 36 mikr. erlangen können).

Die Dauersporenpflänzchen waren bisher unbekannt. Braun hat sie zwar, wie ich nach seinen Abbildungen und Figurenerklärungen behaupten darf, sicher gesehen, aber nicht ihrem wahren, morphologischen Werthe nach erkannt: er hielt sie, wie bereits erwähnt, für blosse Entwickelungsstadien der Sporangien.

Was nun die Biologie des Pilzes betrifft, so verhält er sich frischen, lebenden Pollenkörnern der Pinusarten gegenüber entschieden als Parasit und ist in dieser Beziehung mit seinen Verwandten in Parallele zu stellen. Seine parasitische Wirkung macht sich darin geltend, dass zunächst der Primordialschlauch der Pollenzelle con-

trahirt und dann der plasmatische Inhalt, einschliesslich des Kerns sowie auch der Stärkekörner, allmählich aufgezehrt wird. Der Pilz bildet aber nicht nur ein diastatisches, die Stärke lösendes, sondern auch, da er mit Leichtigkeit die cuticularisirte Aussenhaut, sowie die innere Cellulosehaut des Pollenkorns durchbohrt, ein Cutin und Cellulose lösendes Ferment.

Andererseits aber besitzt er die Fähigkeit zu saprophytischer Lebensweise. Es geht dies sowohl daraus hervor, dass Pollenzellen, welche bereits von ein oder mehreren Individuen des Schmarotzers befallen und ihres Inhalts zum grossen Theil beraubt sind, nachträglich noch von anderen Individuen occupirt werden, als auch aus der Thatsache, dass todte Pollenkörner, wenn ich sie in Saalewasser warf, nach einiger Zeit ebenfalls mit dieser *Chytridiacee* besetzt waren.

Die Keime des Pilzes müssen nach dem Gesagten im Wasser vorhanden sein. Aber nicht bloss in fliessenden, sondern auch in stehenden Gewässern Denn als ich aus Teichen bei Halle und bei Hettstedt (Prov. Sachsen) entnommenes Wasser mit Pollenkörnern von *Pinus silvestris* besäete, fand sich der Pilz nach drei Tagen ebenfalls in denselben vor. Schon Braun giebt an, dass todte Pinuspollen aus den Grunewald-Seen bei Berlin das *Chytridium pollinis Pini* enthielten, was ich selbst bestätigen kann. Schenk fand ins Wasser gefallene Pinuspollen bei Würzburg gleichfalls mit dem Pilze besetzt.*) In Scandinavien hat ihn Lagerheim gefunden.

Die Keime müssen ferner im Wasser relativ zahlreich vorhanden sein. Denn schon durch so geringe Quantitäten, wie ich sie gewöhlich zu den Culturen verwendete (ca. 50 — 100 Gramm), wurden stets unfehlbar eine ganze Anzahl von Pollenkörnern inficirt, mochte das Wasser nun einem Flusse oder Teiche, See oder Sumpfe entnommen sein.

Die Keime sind endlich zu verschiedenen Jahreszeiten, nämlich nach meinen Experimenten vom Frühjahr bis in den Herbst hinein im Wasser enthalten, also nicht etwa bloss zur Zeit der *Pinus*-Blüthe.

Sie sind ferner in Gewässern zu finden, in deren Umgebung gar keine Kiefern zu finden sind.

Hiernach wird man das eigentliche, gewöhnliche Substrat des Pilzes nicht in den Pinuspollen zu suchen haben, sondern in anderen pflanzlichen, vielleicht selbst thierischen Zellen, welche im Wasser vorhanden sind. (Dass er frei im

*) Die Schröter'sche Angabe l. c., dass der Pilz in Schlesien vorkomme, muss ich auf Grund obiger Angaben für unsicher halten.

Wasser lebe, ist wohl kaum denkbar.) Die so nahe liegende Frage, ob nicht vielleicht beliebige, ins Wasser geworfene lebende Pflanzenzellen von dem Pilze inficirt werden möchten, habe ich zunächst in der Weise geprüft, dass ich frische Pollenzellen von Pflanzen aus den verschiedensten Angiospermen-Familien zur Einsaat verwandte.

Am 1. Sept. 1886 zahlreiche Pollenkörner von *Phlox* eingesäet in eine mit dem Pilze reich versehene Pollenkultur. Schon nach 20 Stunden sämmtliche Pollen inficirt, meistens durch mehrere Individuen, welche theils Sporangien tragen, theils Dauersporen zu bilden im Begriff sind. Die Sporangien sind bereits vollständig ausgebildet, zum grossen Theil bereits entleert. (Die üppige und schnelle Entwickelung innerhalb der genannten kurzen Frist hing wohl mit der hohen Temperatur zusammen, die an dem Culturtage herrschte.)

Am 27. August 1886 zahlreiche Pollenkörner von *Tropaeolum majus* in die Pinusculturen eingesät. Nach 3 Tagen untersucht. Sämmtliche Pollen reich behaftet mit dem Parasiten, der theils in reifen oder bereits entleerten Sporangien, theils in bereits anscheinend reife Dauersporen tragenden Individuen vorhanden ist.

Am 3. Sept. 1886 mit Pollenkörnern von *Helianthus annuus* angestellte Cultur (ebenfalls in Pinusculturen eingesäet). Nach 4 Tagen untersucht. Der Parasit ist in vielen Körnern vorhanden, die meisten Sporangien schon entleert.

Ein ebenso leichtes Eindringen, gefolgt von schneller Entwickelung findet in Pollen von *Populus nigra,* den man sich leicht durch Sammeln der abgefallenen Kätzchen in grösseren Mengen verschaffen kann, ferner von *Amaryllis formosissima* und zahlreichen andern Dicotylen und Monocotylen statt.

Versuche ähnlicher Art habe ich mit lebenden Sporen eines Mycetozoums (*Trichia*) und todtem *Semen Lycopodii* angestellt, indessen mit negativem Erfolg.

Die Entwickelung von der Zoospore aus bis wieder zur Zoospore geht relativ schnell vor sich. In Pollen von *Pinus* und Angiospermen findet man, wie schon gesagt, im Sommer schon 20 Stunden nach der Einsaat den Parasiten mit reifen z. Th. sogar bereits entleerten Sporangien vor!

Der Pilz hat offenbar ein gewisses Sauerstoffbedürfniss, denn er kommt nur dann zu üppiger Entwickelung, wenn die Blüthenstäubchen auf der Oberfläche des Wassers schwimmen.

2. Rhizophyton Sciadii nov. spec.

Taf. II. Fig. 23—32.

Sciadium arbuscula A. Braun*) scheint eine in der Flora von Halle nicht seltene Erscheinung zu sein. Ich habe das zierliche Pflänzchen wiederholt in Süsswasserbecken der Umgegend angetroffen und auch in einer Salzlache am salzigen See bei Röblingen aufgefunden.

Sowohl in den Süsswasser- als in den Salzwasserculturen fand sich ein winziger Parasit ein, der die Alge in dem Maasse befiel, dass im Laufe von mehreren Monaten die meisten Individuen abgetödtet wurden. Er stellt gleichfalls eine bisher unbekannte *Rhizidiacee* dar. Bau und Entwickelung der Schwärmsporen bildenden Generation bieten indessen im Vergleich zu den früher (l. c.) von mir beschriebenen Rhizidiaceen, keine besonderen Eigenthümlichkeiten, sodass eine ganz kurze Characteristik ausreicht. Die relativ kleinen, nur 2,3—4 mikr. im grössten Durchmesser haltenden, mit einem relativ grossen, 1—1,33 mikr. messenden, stark lichtbrechenden Kern und feiner Cilie versehenen Zoosporen (Taf. II, Fig. 30) setzen sich an beliebiger Stelle der Sciadiumschläuche, mögen diese nun isolirt auftreten (Fig. 24—28), oder in doldenartiger Anordnung an der Mündung eines entleerten Mutterschlauches angeheftet sein (Fig. 23), an, ziehen ihre Cilie ein und dringen, meist nachdem sie sich an der Wirthsmembran etwas abgeplattet, mittelst eines feinen Keimschlauches durch diese ein. Hierauf entwickelt sich der Keimschlauch in dem grünen Inhalt zu einem verzweigten Mycel, das sich auf geringere oder grössere Länge ausdehnt. Von diesem ernährt, schwillt die ursprüngliche Schwärmzelle zum jungen Sporangium auf, das entweder kugelige oder an der Basis etwas abgeplattete Form annimmt (Fig. 24—26). Der von Anfang vorhandene fettreiche Kern wird dabei grösser, und neben ihm treten sehr bald kleinere fettartige (?) Tröpfchen auf (Fig. 24. 26), die in dem Maasse, als das junge Sgorangium sich vergrössert, an Zahl und Volumen zunehmen (Fig. 25. 27). Schliesslich vertheilen sich die fettartigen Massen zu kleinen Körnchen (Fig. 28). Unterdess hat das Sporangium einen deutlichen, meist breiten und stumpfen Apiculus erhalten und erscheint jetzt birnförmig (Fig. 27. 28). Beobachtet man ein solches Stadium continuirlich, so findet man dasselbe nach Verlauf von etwa 1—2 Stunden mit zahlreichen grösseren glänzenden Körperchen durchsetzt, welche Kerne darstellen, um die sich dann die Zoosporen bilden (Fig. 29). Dieselben werden frei, indem die terminale, dem Apiculus entsprechende, unverdickte Stelle infolge von Vergallertung

*) Algarum unicellularium genera nova vel minus cognita. Lipsiae 1854. p. 49.

sich öffnet. Beim Ausschlüpfen wie beim Schwärmen schleppen die kugeligen oder ellipsoidischen Zoosporen ihre sehr feine Cilie nach. Die Schwärmerzahl beläuft sich in den grössten, 20 mikr. in der Höhe, 17 in der Dicke messenden Sporangien auf etwa 80—100; in den kleinsten sind nur wenige Zoosporen enthalten.

Während die Ausbildung des Sporangiums stattfindet, werden Plasma und Kerne der *Sciadium*-Schläuche aufgezehrt, die Chromatophoren zerstört und in gelbbraune bis schmutzig-rothbraune Klümpchen oder Körner umgewandelt (Fig. 23. 28. 31). Wenn man diese entfärbt, was mittelst verdünnter Chromsäure geschieht, und dann ein starkes System (am besten homogene Immersion) verwendet, so lässt sich das überaus feine Mycel, von dem man vorher nichts oder nur geringe Fragmente wahrnimmt, in seiner ganzen Ausdehnung und mit allen, auch den feinsten Verzweigungen nachweisen, besonders nach vorausgegangener Tinction mit Anilinfarben. In Fig. 32 habe ich ein solches vollständiges System, was den Schlauch auf eine ziemlich weite Strecke durchzieht. dargestellt. Grössere *Sciadium*-Schläuche zeigten sich nicht selten von 5—8, kleinere meist nur von 1—2 Parasiten befallen. Von den an der Spitze eines entleerten Mutterschlauches meist doldenartig vereinigten *Sciadium*-Individuen wird nicht selten ein erheblicher Procentsatz befallen. So sieht man in Fig. 23 von den 12 Pflänzchen der Colonie 6 durch den Parasiten vernichtet. Trotz halbjähriger Cultur sind Dauersporenpflänzchen nicht erzielt worden. Ich stelle den Pilz mit anderen bisher unter Rhizidium stehenden Pilzen in die Gattung *Rhizophyton*, die sich durch extramatricale Sporangien mit nur einer einzigen terminalen Mündung und ein deutlich verzweigtes Mycel auszeichnet.

3. Rhizophidium Sphaerotheca nov. spec.

Taf. II, Fig. 33—41.

In einer Massen-Aufsammlung von Mikrosporen zweier *Isoetes*-Arten (*I. lacustris* und *echinospora*), die mit Wasser aus der Saale übergossen war, entwickelte sich massenhaft eine kleine *Rhizidiacee*, welche mir anfangs mit *Rhizophidium pollinis* (A. Braun) identisch zu sein schien, später aber sich als specifisch selbständig erwies.

Sie tödtete die lebenden Mikrosporen in grössester Anzahl ab, indem sie den Inhalt dieser Sporen, der bekanntlich sehr reich an grobkörnigen Reservestoffen ist Fig. 33), in eigenthümlicher Weise umwandelte, und zwar in „fettige Degeneration“ versetzte. Hierbei werden die körnigen Inhaltstheile in Fett verwandelt, welches alsbald zu grösseren, stark lichtbrechenden, meist Tropfenform annehmenden Massen

zusammenfliesst (Fig. 35. 36) und dem Pilze zur Nahrung dient. Meist betheiligen sich mehrere (Fig. 34) bis ein Dutzend Individuen an diesem Zerstörungswerk, das in gleicher Extensität und Intensität wahrscheinlich auch draussen in der Natur vorkommen wird und dann nothwendigerweise die Spermatozoidenproduction der Isoeten einschränken muss. Fünf Monate lang wurden in meinen Culturen immer nur Sporangien-tragende Individuen erzeugt.

Die Sporangien zeigen exacte oder etwas niedergedrückte Kugelform (Fig. 37—40). Im Vergleich zu den Mikrosporen von *Isoetes* erscheinen sie manchmal ziemlich gross (Fig. 38. 39), dürften aber nur selten einen über 22 mikr. hinausgehenden Durchmesser erlangen, während sie auf der andern Seite auch nur 4—5 mikr. messen können. Zwischen diesen Extremen liegen natürlich alle möglichen Uebergänge. Der Entwickelungsgang der Sporangien stimmt mit dem von *Rhiz. pollinis* vollkommen überein. In den grössten Sporangien werden etwa 150 — 300 Zoosporen erzeugt, in den kleinsten nur eine geringe Anzahl. An Grösse stehen die Schwärmer denen der vorgenannten Art etwa um die Hälfte nach, da sie nur 2,5—3 mikr messen, also ziemlich klein ausfallen. Ihre Cilie ist fein, ihr Kern ziemlich gross, etwa 0,9—1,2 mikr. messend, sehr stark lichtbrechend (Fig. 41). Daneben sieht man häufig noch ein wenig glänzendes Plasmaklümpchen. Beim Schwärmen nimmt der Schwärmer Kugel- oder Ellipsoidform an, in der Ruhe zeigt er auffällige Metabolie (wie bei *Rh. intestinum* Schenk). Die Sporangienhaut erhält mehrere (2 — 5) Mündungen (Fig. 40) (nur an den kleinsten Individuen ist eine einzige vorhanden). Sie entstehen dadurch, dass kleine kreisförmig umschriebene Partieen der Wandung ziemlich stark vergallerten, eine Zeit lang als kuppelartig vorspringende Gallertmassen erhalten bleiben (Fig. 38) und schliesslich im Wasser verquellen, worauf die Schwärmer ausschlüpfen. Das Mycel (Fig. 37. 39) trägt im Wesentlichen denselben Character, wie bei *Rh. pollinis*. Ist der Inhalt der Wirthszellen aufgezehrt, so lässt es sich meistens schon ohne Reagentien nachweisen (Fig. 37), wird aber sonst erst durch färbende Mittel in seinen feinsten Auszweigungen zur Anschauung gebracht.*)

Während 5 monatlicher Cultur gelang es mir nicht, Dauersporenpflänzchen zu erziehen. Später musste ich die Culturen aufgeben.

Mittelst der Mikrosporen von *Isoetes lacustris* und *I echinospora* habe ich auch einen Organismus gefangen, der den Monadinen nahe zu stehen scheint. Sein Plasma-

*) Auch schwache (etwa 6 %) Chromsäure leistet zur Aufhellung, namentlich der cuticularisirten Aussenhaut der Mikrosporen gute Dienste.

körper zehrt den gesammten Inhalt der Wirthszellen auf und geht dann in den Dauerzustand über, in welchem er eine grosse mit mächtigem Oeltropfen und derber Haut versehene Dauerspore bildet. Mitunter sind 2—4 solcher Dauersporen in einer Microspore vorhanden. Ausserordentlich häufig wird ein und dieselbe Microspore sowohl von dem in Rede stehenden Schmarotzer, als von Individuen des *Rhizophidium Sphaerotheca* befallen. Anfänglich glaubte ich, dass beiderlei Bildungen in genetischem Zusammenhang ständen, so zwar, dass jene endophyten Dauersporen den Dauerzustand des *Rhizophidium* repräsentirten, allein die nähere Untersuchung ergab, dass von einem solchen Zusammenhange durchaus keine Rede sein kann, sondern dass hier ein besonderer, wahrscheinlich Monadinen-artiger Organismus vorliegt, den ich an anderer Stelle characterisiren werde.*)

4. Rhizophidium Cyclotellae nov. spec.

Taf. II Fig. 13—22 a.

Als Beispiel dafür, dass sich, wie übrigens von vornherein zu erwarten war, nicht jede beliebige *Rhizidiacee* durch Pollenkörner fangen lässt, möge vorstehend bezeichneter Pilz angeführt werden. Wenigstens gelangen mir mit Pinuspollen die Fangversuche nicht; auch Farnsporen (*Lycopodium*) wurden vergebens in die Culturen eingesät.

Ich erhielt dieses Object in einer Cultur von Diatomeen und zwar von einer *Cyclotella*-Art, die aus der sogenannten „Stinksaale" bei Halle stammte. Bei fortgesetzter Züchtung wurde die grosse Mehrzahl der Cyclotellen von dem Schmarotzer vernichtet.

Den geringen Dimensionen dieser Wirthszellen entsprechend, erlangen seine Pflänzchen nur geringe Grösse.

Die Entwickelung der Sporangien tragenden Individuen wurde von der Zoospore aus in mehreren continuirlichen Entwickelungsreihen verfolgt, von denen ich zwei in Fig. 13 und 14 dargestellt habe. (Man vergleiche die Figurenerklärung.)

Im Zustande lebhaftester Bewegung zeigen die zu den kleinsten Rhizidiaceen-Schwärmern gehörigen, nur etwa 1,8—2,5 mikr. im Durchmesser haltenden Zoosporen Kugelform (Fig. 17 a), im Zustande der Ruhe und des Kriechens deutliche Metabolie

*) Kürzlich habe ich in Schenk's Arbeit: Ueber das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreiche, in einer Anm. auf p. 8 die Notiz gefunden, dass in einer Cultur die Sporen eines andern Farnes und zwar eines *Aspidium* (*A. violascens*) von *Chytridium subangulosum* A. Braun befallen wurden.

(Fig. 17 b). Sie sind mit einem relativ grossen, glänzenden Kern und sehr feiner Cilie ausgerüstet, die bei der Bewegung, welche, wie z. B. bei *Rhiz. pollinis,* in Zickzackbahnen erfolgt, nachgeschleppt wird (Fig. 15. 17). Während die Zoosporen anderer *Rhizidiaceen* an ganz beliebigen Stellen der Membran ihrer Wirthszellen (Algen, Pollenkörner, Farnsporen etc.) einzudringen vermögen, erfolgt im vorliegenden Falle die Infection immer nur an ganz bestimmten Stellen der *Cyclotella*-Haut, nämlich an den ringförmigen Grenzlinien zwischen den Schalen und den Gürtelbändern (Fig. 13—16, 20. 23). Es beruht dieses eigenthümliche Verhalten offenbar auf dem Umstande, dass der Keimschlauch der Schwärmer die Kieselsäure der bekanntlich stark verkieselten Membran nicht zu lösen vermag. Eingedrungen entwickelt sich der Keimschlauch durch Verästelung zu einem Mycel, das gleichzeitig auffällige destructive Veränderungen im Inhalt der *Cyclotella* hervorruft. Am meisten in die Augen springen die Veränderungen am Chromotophoren-Apparat, dessen kleine Platten von der Wandung abgezogen, zu rundlichen Klümpchen contrahirt und schliesslich ins schmutzig Bräunliche verfärbt werden. Gleichzeitig mit diesen Veränderungen erfolgt eine Contraction des Primordialschlauches, sowie Zerstörung des Kernes, der sammt dem übrigen Plasma schliesslich ganz aufgezehrt wird, sodass von dem Inhalt der Zelle nur noch die braunen Chromatophorenreste übrig bleiben. (Vergl. die Entwickelungsreihen in Fig. 13 und 14.) In dem Maasse als die Aufzehrung des Inhaltes und die Contraction der Chromatophorenreste vorschreitet, wird das winzige Mycel, das bei seiner grossen Feinheit leicht zu übersehen und in seiner ganzen Ausdehnung nur bei günstigster Beleuchtung wahrzunehmen ist, vielfach selbst erst durch Färbemittel (Pikrinsäure, Anilinfarben) ganz deutlich hervortritt, frei gelegt. (Fig. 13. D. 20—22).

Von dem Mycel ernährt, bildet sich die extramatricale aus dem ursprünglichen Schwärmer gebildete Zelle sehr bald zum Sporangium aus (Entwickelungsreihen in Fig. 13 u. 14), und zwar in der für andere *Rhizidieen* bekannten Weise. Das fertige Sporangium (Fig. 15) ist, von der Seite gesehen, kurz birnförmig, niemals genau kugelig, relativ sehr klein, wohl nicht über 12 mikr. messend, vielfach um $^1/_3$ kleiner, mit dünner, je nach Grösse 1—3 Mündungen erhaltender Membran versehen, die nach der Entleerung schnell collabirt und bald unkenntlich wird.

Die Cyclotellen werden oft von mehreren (Fig. 19) bis 8 Parasiten befallen die dann meistens klein bleiben. Auf Melosiren geht *Rh. Cyclotellae* auch bei monatelanger Zusammenzüchtung nicht über. Diese Thatsache im Verein mit den morphologischen Unterschieden weist darauf hin, dass der Cyclotellen-Schmarotzer mit dem von Braun auf den so nahe verwandten Melosiren gefundenen Chytridium globosum

nichts zu thun hat. Auch auf andere *Diatomeen* (Synedren, Naviculen) habe ich *Rh. Cyclotellae* nicht überzuzüchten vermocht.

5. Lagenidium pygmaeum spec. nov.

Taf. I Fig. 29—31 u. Taf. II Fig. 1—12.

Wie bereits einleitungsweise angedeutet, hatte ich seit dem Jahre 1883 alljährlich das Glück, in lebenden Pollenkörnern von *Pinus silvestris, austriaca, Laricio* und *Pallasiana* welche auf Saalewasser ausgesäet worden waren, eine neue, mit Sexualität begabte *Lagenidee* einzufangen, die ich näher studirte. Die folgende Mittheilung hierüber mag als Ergänzung meiner früheren monographischen Arbeit über die *Lagenidieen* dienen.

Es ist von vornherein zu bemerken, dass die engen Raumverhältnisse der Pollenzellen, innerhalb deren sich die ganze Entwickelung abspielt, relativ grosse Einfachheit im Bau und in der Entwickelung des Pilzes bedingen.

1. Die ungeschlechtlichen Pflänzchen.

Das myceliale Stadium der ungeschlechtlichen Pflänzchen stellt einen Schlauch dar, der bei den verschiedenen Individuen in Bezug auf Gestaltungsweise und Grösse nicht unbeträchtlich variirt. In vielen Fällen ist er von gestreckter Form, aber dabei meist gekrümmt und mit Aussackungen versehen, welche zu wenigen in unregelmässiger Anordnung auftreten und bald schlauchförmige (Taf. I Fig. 26), bald blasenförmige (Fig. 25) Zweige bilden, mitunter auch nur papillenartig erscheinen (Taf. I Fig. 28). In vielen andern Fällen vermisst man am Mycel den Schlauchcharacter; es stellt dann eine einfache rundliche Blase dar, welche Kugelform, Eiform, Ellipsoidform, Nierenform etc. besitzen kann und den Raum des Pollenkorns oft zu einem grossen Theile ausfüllt (Taf. I Fig. 33. 37. 39). Zwischen dieser einfachen Blasenform und der Form des mit Ausstülpungen versehenen Schlauches zeigen sich vielfach Uebergänge.

Gewöhnlich findet sich in der Pollenzelle nur ein einziger Mycelkörper; doch kann man auch 2—4 beobachten (Fig. 37. 38), die, wenn sie voluminös sind, den ganzen Raum der Pollenzelle ausfüllen und sich durch gegenseitigen Druck abplatten können (Taf. I Fig. 37).

Bezüglich dieser Formverhältnisse wird man an die Lagenidien, speciell an *Lagenidium Rabenhorstii* Zopf erinnert, das, wie ich zeigte, ebenfalls seine beiden

Mycelformen (gestreckte Schlauchform und Blasenform) mit allen Uebergängen producirt.

Der Inhalt der Mycelschläuche bietet nichts besonders Characteristisches; in dem Plasma finden sich stark lichtbrechende, z. Th. grobe Körnchen und in gewissem Alter Vacuolen vertheilt.

Der Mycelkörper bleibt auch zu der Zeit, wo das Pflänzchen sich zur Sporangienbildung anschickt, vollkommen einzellig: er wird in seiner ganzen Ausdehnung zu einem einzigen Sporangium; eine Differenzirung in einen vegetativ bleibenden und in einen fructificativ werdenden Theil wird also vermisst, und dies entspricht wiederum dem Character der *Lagenidieen* (*Lagenidium* und *Myzocytium*).

Die beginnende Umwandlung des Mycelschlauches in ein Sporangium macht sich schon äusserlich bemerkbar, indem derselbe eine Ausstülpung gegen die Wandung der Wirthszelle hintreibt. An der Berührungsstelle wird nun die Pollenwandung aufgelöst, sodann verlängert sich die Ausstülpung und tritt durch die gebildete Oeffnung sich hindurchzwängend und hier meistens eine Einschnürung erleidend, ins umgebende Wasser (Taf. I Fig. 27. 28. 33. 39). Die Bildung eines solchen Perforationsschlauches finden wir auch bei den bereits bekannten *Lagenidieen.* Nur habe ich bei diesen niemals beobachtet, dass die in Rede stehenden Schläuche sich verzweigen können, was bei dem vorliegenden Pilze gar nicht so selten vorkommt (Taf. I Fig. 38. 39). Die Zweige entstehen stets am Grunde des Perforationsschlauches, d. h. unmittelbar über der Durchbruchsstelle durch die Pollenmembran. Ihre Zahl beträgt 2—3 (Fig. 38. 39). In einigen meiner Wasserculturen vom Jahre 1884 war sogar die Zahl der mit verzweigtem Perforationsschlauche versehenen Individuen die überwiegende. Die Zweige sind meist ebenso plump wie der Hauptschlauch, erreichen auch hin und wieder die Länge desselben.

Wie sich äusserlich der Beginn der Fructification durch Bildung des Perforationsschlauches kenntlich macht, so documentirt er sich im Innern des Parasiten durch Auftreten grösserer Vacuolen (Taf. I Fig. 39. 27), die allmählich zusammenfliessen, in bauchigen Exemplaren eine grosse centrale Vacuole bildend, welche das Plasma an die Wandung drängt (Fig. 31). Durch simultane Zerklüftung dieses Wandbelegs Fig. 31. 32) entstehen die Zoosporen. Sobald sie deutlich gegen einander abgegrenzt erscheinen, öffnet sich die Aussenmembran des Perforationsschlauchs an der Spitze und seine Innenmembran tritt bruchsackförmig heraus, um die Schwärmer aufzunehmen (Fig. 29. 34). Man sieht letztere gesondert in die „Schwärmblase" einwandern. Erst unmittelbar nach der Einwanderung scheinen die Schwärmer ihre Cilien zu er-

halten, wenigstens nehmen sie erst jetzt allmählich deutliche Bewegung an. Dieselbe wird von Moment zu Moment lebhafter, endlich zerfliesst die Membran der Schwärmblase und die Schwärmer jagen nunmehr im Wasser dahin. Sie zeigen dabei etwa die Form einer kurzen, ca. 16—18 mikr. langen Spindel (Fig. 30). In Momenten der Ruhe nehmen sie schwach amoeboide Bewegungen an. Die Cilien sind, wie bei anderen *Lagenidieen,* in der Zweizahl vorhanden, am Plasmakörper seitlich inserirt und schon ohne Abtödtungsmittel deutlich wahrzunehmen (Fig. 30. 35).

Die Infection neuer Pollenmassen durch die Schwärmer scheint sehr schnell zu erfolgen, wie folgendes, im Juni gemachtes Experiment lehrt: Ich nahm eine flache Krystallisirschale von 1 Decimeter Durchmesser, füllte sie mit Wasser und besäete die Oberfläche mit frischen Stäubchen der *Pinus Pallasiana* so dicht, dass eine zarte, fast continuirliche, schwefelgelbe Haut auf dem Wasser entstand, die nach meiner Schätzung tausende von Stäubchen enthalten musste. In diese Cultur brachte ich ein kleines Stück von der auf einer andern Cultur befindlichen, sehr pilzreichen Pollenhaut, das nur 1 Centim. in der Länge und ca. 2 millim. in der Breite mass. Schon nach 23 Stunden war unter tausenden von Stäubchen der erstgenannten Aussaat kaum eines zu finden, was nicht schon entwickelte Sporangien gezeigt hätte, ja z. Th. waren dieselben schon entleert.

Das genauere Verhalten der entleerten Schwärmer mit Bezug auf die Infection wurde in der Weise studirt, dass ich in den Tropfen des Objectträgers, der zahlreiche, mit reifen, z. Th. eben entleerten Sporangien behaftete Pollenkörnchen von *Pinus austriaca* enthielt, Pollen von *Pinus Pallasiana* einsäete. Die massenhaft entleerten Schwärmer setzen sich nun nicht unmittelbar an die eingesäeten Stäubchen an, sondern jagen längere Zeit umher. Erst nachdem ihre Bewegungen träger geworden, lassen sie sich auf der Haut der Pollenzellen einzeln oder zu mehreren nieder (Fig. 21 a). Dann nimmt der Plasmakörper Kugelform an (Fig. 21 b). Hierauf werden die Cilien, gewöhnlich erst die eine, dann die andere, eingezogen (Fig. 21 b. c) und nun umgiebt sich der Plasmakörper mit Membran und wird, indem er sich nach der Pollenzelle zu verschmälert, birnförmig, häufig aber auch länglich-ellipsoidisch (Taf. I Fig. 23): Jetzt wird ein feiner Keimschlauch durch die Pollenzellmembran getrieben und zwar relativ schnell (in den von mir beobachteten Fällen in 7—12 Minuten). Ist derselbe gebildet, so wandert ein Theil des Plasmas in denselben hinein und es entsteht an der Spitze desselben eine keulige Anschwellung, die allmählich sich vergrössernd, Kugel- oder Birngestalt annimmt, während im Inhalt der ursprünglichen Schwärmzelle eine grösser und grösser werdende Vacuole auftritt, zum Zeichen, dass mehr und mehr Plasma

in den Keimschlauch übertritt. (Siehe die Entwickelungsreihe in Fig. 21 a—f.) Endlich ist die Schwärmerhaut gänzlich entleert (Fig. 22 d) und wird durch Vergallertung allmählich unkenntlich; nach 1—2 Tagen ist sie meistens gänzlich aufgelöst. In Taf. I Fig. 22 findet man diese Vorgänge in einer continuirlichen Entwickelungsreihe dargestellt. Genau derselbe Infectionsmodus findet bei Algenzellen seitens der früher von mir beschriebenen *Lagenidieen* statt.

In sporangienreichen Culturen sieht man frisch eingesäete Pollenkörner sich oft mit Dutzenden von Schwärmsporen bedecken. Doch geht die Mehrzahl derselben zu Grunde.

Ist der Inhalt der Pollenzellen stark körnig, trüb und dunkel, so wird die Feststellung des Infectionsmodus meistens schwierig. Wählt man aber für die continuirliche Beobachtung Zellen aus, welche jenen Uebelstand nicht zeigen, so lässt sich der Infectionsprozess leicht und klar verfolgen.

Hin und wieder kommt es vor, dass die Schwärmer sich nicht unmittelbar auf der Pollenhaut, sondern in deren Nähe festsetzen, um nun einen an Länge oft das 10—20 fache ihres Durchmessers betragenden dünnen und meist stark gekrümmten Keimschlauch auf das Pollenkorn hinzutreiben, der bei Berührung mit der Pollenhaut kugelig aufschwillt und nun erst eindringt.

Der junge Parasit wächst nun, vom Plasma der Pollenzelle sich nährend, alsbald zu dem bereits früher charakterisirten einfachen Mycelkörper aus (Fig. 24. 26). Die Eindringstelle ist an der Form des Schlauches (Fig. 24 bei i, 25 bei a, 26 bei a) meist noch einige Zeit zu erkennen.

2. Die geschlechtlichen Pflanzen.

Nach längerer oder kürzerer Zeit traten in jeder meiner Culturen sexuelle Pflänzchen auf.

Das myceliale Entwickelungsstadium derselben entsteht aus den Schwärmern in der nämlichen Weise, wie bei den neutralen Individuen und trägt auch sonst den nämlichen Character, nur wird der Mycelschlauch im Allgemeinen noch dicker und plumper. Er gliedert sich endlich durch eine Scheidewand in zwei Zellen, von denen die eine zum Oogon, die andere zum Antheridium wird (Taf. 2 Fig. 2). Gemischt fructificative Pflänzchen scheinen sehr selten zu sein, wenigstens habe ich unter Hunderten von Pflänzchen nur ein einziges mal ein dreizelliges gesehen, welches ausser Oogon und Antheridium noch ein Sporangium besass (Taf. 2 Fig. 10).

Mehr als dreizellige Sexualpflänzchen dürften inanbetracht der geringen Raumverhältnisse in der Pollenzelle überhaupt nicht vorkommen.

Hin und wieder trifft man Fälle von Diöcie*) (Taf. 2 Fig. 12). Ich wiess solche früher bereits für mein *Lagenidium Rabenhorstii* nach.

Die oogoniale Zelle macht sich schon in der Jugend leicht als solche kenntlich durch ihre starke Ausbauchung sowohl als durch ihre Aussackungen, die dem Antheridium entweder ganz fehlen, oder doch minder ausgesprochen erscheinen (Taf. 1. Fig. 1, O. 2, O. 3, O. 4, O und O'). Letzteres treibt einen relativ kräftigen Befruchtungsschlauch in das Oogonium hinein (Fig. 5) und lässt seinen Inhalt vollständig in dasselbe übertreten, sodass es schliesslich ganz entleert ist.**) (Fig. 5. 6. 9 A.) Wie bei den Lagenidien und Myzocytien erfolgt die Bildung der Oosphaere erst nach dem Uebertritt des Antheridiuminhalts (Fig. 5). Dieselbe umgiebt sich dann mit dicker Haut und wird so zur Oospore, welche mit dem Befruchtungsschlauche, der nach vollzogener Befruchtung sehr deutlich hervortritt (Taf. 6 Fig. 9. 12), fest verbunden bleibt.

Die vorstehenden Verhältnisse lassen sich häufig nur unter Zuhilfenahme von Mitteln studiren, welche Membran und Inhalt des Pollenkorns aufzuhellen vermögen. Aetzkali und Chromsäure leisten hierbei gute Dienste. Durch vorsichtigen Druck auf mit solchen Stoffen behandelte Pollenkörner werden die Parasiten meist intact herausgepresst und lassen nun ihre Form genau erkennen (Fig. 9). Die reife Oospore ist von exact kugeliger Form (Taf. 2 Fig. 6. 8—12), seltener an der dem Befruchtungsschlauche entsprechenden Stelle etwas birnförmig vorgezogen (Taf. 2 Fig. 7). Sie besitzt eine relativ dicke, hyaline, sculpturlose Haut, die in ein Exosporium und ein minder dickes Endosporium diffenzirt ist. Mit Chlorzinkjod behandelt zeigt sie keine Cellulose-Reaction. Im Innern der Spore sieht man eine grosse, kugelige Masse von stark lichtbrechendem Reserveplasma, das fast das ganze Lumen der Zelle ausfüllt und sich bei Behandlung mit Osmiumsäure als fettreich erweist (Fig. 6. 7. 10). Die grössten Sporen, die ich erzielte, maassen 29 mikr., die kleinsten etwa 18 mikr. Sie werden schliesslich, durch Vergallertung der oogonialen Haut, ganz frei. Die Bildung sexueller Pflanzen tritt mitunter erst nach einer kleineren oder grösseren Reihe von ungeschlechtlichen Generationen, also erst nach mehrwöchentlicher Cultur auf; mitunter aber auch sofort, sodass man am fünften Tage der Cultur bereits reife Oosporen erntet.

*) Wenigstens schien mir Form und Lage der Sexualzellen auf eine solche hinzudeuten.

**) Den Befruchtungsprozess habe ich bereits für Lagenidium Rabenhorstii l. c. näher verfolgt.

In ein und derselben Pollenzelle kommen nicht selten 2—3 sexuelle Pflänzchen vor (Fig. 8). Häufig wird ein und dasselbe Pollenkorn von Individuen des *Rhizophidium pollinis* und solchen des *Lagenidium* befallen, entweder gleichzeitig oder successive. Wer die Entwickelungsgeschichte des *Rhizophidium pollinis* nicht kennt, kann dann wohl zu der Vermuthung geleitet werden, die im Innern der Pollenzelle liegenden Sporen seien Producte dieses Pilzes.

Seinem ganzen Entwickelungsgange nach schliesst sich der besprochene Pilz an die *Lagenidieen,* hinsichtlich der Form seiner vegetativen und fructificativen Zustände speciell an die Gattung *Lagenidium* an. Es empfiehlt sich daher, ihn hierselbst unterzubringen. Offenbar ist er gegenüber den übrigen von mir beschriebenen Arten durch Einfachheit im Bau und durch geringe Grössenverhältnisse ausgezeichnet, weshalb ich ihn als *L. pygmaeum* bezeichnen möchte.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Rhizophidium pollinis (A. Braun).

Figur 1—20.

Fig. 1. $^{350}/_{1}$ Reifes Sporangientragendes Pflänzchen unmittelbar vor der Entleerung. Von den mit Gallertpfropf versehenen Mündungen des Sporangiums sind zwei sichtbar. Das im Innern des Pollenkorns ausgebreitete Mycelsystem ist erst nach späterer Aufhellung durch Reagentien gezeichnet.

Fig. 2. $^{350}/_{1}$ Dasselbe Sporangium während des Austrittes der Schwärmer dargestellt.

Fig. 3. $^{350}/_{1}$ Völlig entleertes Sporangienpflänzchen. Es sind 3 deutliche Mündungen vorhanden.

Fig. 4. $^{690}/_{1}$ Stück der Haut eines reifen Sporangiums mit einer mit Gallertpfropf versehenen Mündung.

Fig. 5. $^{690}/_{1}$ Stück der Haut eines entleerten Sporangiums mit einer offenen Mündung.

Fig. 6. $^{690}/_{1}$ Ein Sporangium mit 2 Mündungen (in Jodjodkalium).

Fig. 7. $^{1000}/_{1}$ Zwei mit Cilien versehene Schwärmer. Zur Seite des excentrischen stark lichtbrechenden fettreichen Kernes liegt eine kleine Plasmamasse, an die sich die Cilie anzusetzen scheint.

Fig. 8. $^{100}/_{1}$ Graphische Darstellung eines Stückes der Schwärmbahn einer Zoospore, wobei ich mich möglichst genau an die Natur gehalten habe. A. bezeichnet den Anfang, Z. das Ende des Weges. Es herrschen in der Bahn spitze Winkel vor.

Fig. 9. $^{690}/_{1}$ Innenhaut J eines zuvor mit Aetzkali behandelten Pinuspollenkorns, durch vorsichtigen Druck aus dem Korn isolirt, mit 2 myceltragenden Sporangienpflänzchen. Von dem einen ist das Sporangium bei der Präparation abgelöst. Die Mycelsysteme sind sehr reich verzweigt.

Fig. 10. $^{350}/_{1}$ Pollenkorn mit einem noch sehr jungen Parasiten.

Fig. 11. $^{350}/_{1}$ Pollenkorn mit drei etwas älteren Sporangienpflänzchen.

Fig. 12—14 $^{350}/_{1}$ Weitere Entwickelungsstadien sporangientragender Pflänzchen. Die jungen Sporangien sind vor, die Mycelien nach der Behandlung mit aufhellenden Reagentien gezeichnet.

Fig. 15. $^{350}/_{1}$ Pollenkorn mit 3 fast reifen Sporangien besetzt.

Fig. 16. $^{300}/_{1}$ Pollenkorn mit 3 Sporangienpflänzchen besetzt. Das Sporangium des einen ist bereits entleert, das des anderen sehr klein, das des dritten gross und mit 3 Mündungen versehen.

Fig. 17. $^{450}/_{1}$ Pollenkorn mit 12 Dauersporenpflänzchen besetzt. Die Dauersporen erst halbreif. Von den Mycelien ist wegen Undurchsichtigkeit der Pollenhaut und des Inhalts nichts zu sehen.

Fig. 18. $^{350}/_1$ Pollenkorn mit 4 Sporangienpflänzchen und zwei Dauersporen tragenden. Zwei Sporangien sind bereits entleert.

Fig. 19. $^{690}/_1$ Pollenkorn von *Tropaeolum majus,* halb von der Seite gesehen, durch Rhiz. pollinis künstlich inficirt, mit 7 Sporangien tragenden Individuen besetzt, von denen 5 ihre Sporangien bereits entleert haben. Mycelien nicht gezeichnet, weil nicht deutlich.

Fig. 20. $^{690}/_1$ Pollenkorn von *Phlox,* 20 Stunden nach der Infection mit *Rhiz. pollinis.* Man sieht 3 Parasiten, von dem 2 ihre Sporangien bereits entleert haben. Das Mycel ist verdeckt.

Lagenidium pygmaeum n. sp.

Fig. 21—39.

Fig. 21. $^{540}/_1$ Entwickelungsreihe, das Verhalten ein und desselben Schwärmers bei der Infection zeigend. a) Pinnspollen mit einem Schwärmer, der sich eben auf der Pollenhaut festgesetzt hat 6 Uhr 30 Min.; b) derselbe 6 Uhr 31 Min. Er hat sich abgerundet und die eine Cilie eingezogen. c) 6 Uhr 33 Min.; auch die andere Cilie ist eingezogen. d) 6 Uhr 45 Min. Der Schwärmer beginnt den Infectionsschlauch zu treiben. e) 7 Uhr. Der Infectionsschlauch ist länger geworden. f) 7 Uhr 11 Min. Die Spitze des Infectionsschlauches ist kugelig angeschwollen.

Fig. 22. $^{540}/_1$ Continuirliche Entwickelungsreihe, das Verhalten ein und desselben Schwärmers beim Eindringen zeigend. a) Der Schwärmer hat sich abgerundet und seine Cilien eingezogen 6 Uhr 15 Min. b) Derselbe, birnförmig geworden mit beginnender Bildung des Infectionsschlauches 6 Uhr 22 Min.; c) derselbe, nachdem der Infectionsschlauch sich verlängert und eine keulige Anschwellung erhalten hat, in die das Plasma eingetreten 6 U. 35 Min. d) derselbe 6 U. 55 Min. Schwärmerhaut und Infectionsschlauch sind entleert, ihr Plasma ist völlig in die kugelige Anschwellung übergetreten und die Infection somit beendet.

Fig. 23. $^{540}/_1$ Ein auf der Pollenhaut sitzender, stark gestreckter Schwärmer unmittelbar vor dem Eindringen.

Fig. 24. $^{540}/_1$ Junges Pflänzchen kurze Zeit nach der Infection; bei i der Infectionsschlauch. Die Haut des Schwärmers bereits aufgelöst.

Fig. 25. $^{350}/_1$ Mit mehrfachen Aussackungen versehener Mycelschlauch eines Sporangienpflänzchens, bei a die Infectionsstelle.

Fig. 26. $^{350}/_1$ Unregelmässig verzweigter Mycelschlauch eines Sporangienpflänzchens.

Fig. 27. $^{350}/_1$ Halbreifes Sporangium, bei e Entleerungsschlauch, in Bildung begriffen.

Fig. 28. $^{350}/_1$ Pollenzelle mit 2 Sporangienpflänzchen.

Fig. 29. $^{350}/_1$ Pollenzelle mit 2 Sporangienpflänzchen, von denen das eine soeben seine zahlreichen Schwärmer durch den Entleerungsschlauch e entlassen hat. Die Schwärmer sind noch von der zarten Innenhaut des Schlauches (Schwärmblase) umhüllt und bewegen sich innerhalb derselben lebhaft. Von dem zweiten entleerten Sporangium sieht man den Entleerungsschlauch bei e'.

Fig. 30. $^{540}/_1$ Schwärmer mit seinen 2 Cilien.

Fig. 31—33. $^{450}/_1$ Sporangien in Flaschenform, deren Inhalt bereits in Zoosporen zerklüftet ist. Fig. 12 etwa im optischen Durchschnitt (r. Rest vom Plasma der Pollenzelle) Fig. 13 in der Ansicht von der Seite. In Fig. 14 ist die Anordnung des Inhalts minder klar, das Plasma grobkörniger, der Mündungshals dicker.

Fig. 34. $^{450}/_1$ Dasselbe Sporangium, wie in Fig. 13, 15 Minuten später. Der Mündungsschlauch ist bereits geöffnet, und in die Schwärmblase hinein wandern soeben die letzten Schwärmer.

Fig. 35. $^{450}/_1$ Schwärmsporen des vorigen Sporangiums, zwei noch mit Cilien, eine bereits zur Ruhe gekommen.

Fig. 36. $^{450}/_1$ Pinuspollenkorn mit 2 Sporangien-Individuen des Lagenidium, die sich gegenseitig etwas drängen; der Entleerungsschlauch des einen ist dem Beschauer abgewandt.

Fig. 37. $^{450}/_1$ Pollenkorn mit 3 Individuen (Sporangien) des Pilzes, die sich gegenseitig bis zur Abplattung drängen und den Raum der Wirthszellen fast ganz ausfüllen. Die Entleerungsschläuche sind dem Beschauer abgewandt.

Fig. 38—39. $^{450}/_1$ Sporangium mit verzweigtem Mündungshalse. Bei 38 im Inhalt bereits die Zerklüftung in Schwärmer angedeutet.

Tafel II.

Lagenidium pygmaeum nov. spec.

Figur 1—12.

Fig. 1—2. $^{540}/_1$ Zwei noch junge sexuelle Pflänzchen. O Oogon, A Antheridium.

Fig. 3. $^{350}/_1$ Noch unreifes Pflänzchen. O wahrscheinlich das junge Oogon, A das Antheridium.

Fig. 4. $^{450}/_1$ Die aus Cellulose bestehende Innenhaut (I) eines Pinus-Pollenskorns (nach Behandlung mit Aetzkali aus Letzterem herausgedrückt) mit 2 sexuellen jungen Individuen des Pilzes. O Oogon, A Antheridium des einen, O' Oogon, A' Antheridium des andern.

Fig. 5. $^{450}/_1$ Pollenkorn von Pinus mit einem sexuellen Pflänzchen. A Antheridium. O Oogon mit der halbreifen Oospore.

Fig. 6—7. $^{540}/_1$ Pollenkörner mit je einem sexuellen Pflänzchen. Bezeichnung wie oben. In Fig. 7 ist die birnförmig vorgezogene Stelle der Oospore mit dem Antheridialschlauche verwachsen.

Fig. 8. $^{450}/_1$ Pollenkorn von *Pinus silvestris* mit 2 sexuellen Pflänzchen.

Fig. 9. $^{450}/_1$ Zwei durch Druck aus einem Pollenkorn isolirte sexuelle Pflänzchen. Bezeichnung wie früher.

Fig. 10. $^{540}/_1$ Ein aus Oogon O, Antheridium A und Sporangium Sp. bestehendes, also dreizelliges Individuum. Sporangium bereits entleert; e Entleerungsschlauch.

Fig. 11. $^{540}/_1$ Sexuelles Pflänzchen bestehend aus dem stark bauchigen Oogon. Oog. mit der Oospore Sp. und dem Antheridium A. Der Befruchtungsschlauch ist wegen ungünstiger Lage nicht deutlich.

Fig. 12. $^{350}/_1$ Pollenzelle von *Pinus* mit 2 einzelligen Individuen des Pilzes, von denen das eine zum oogonialen (O), das andere zum antheridialen Pflänzchen (A) ausgebildet ist.

Rhizophidium Cyclotellae nov. spec.

Fig. 13—22.

Alle Figuren 690 fach vergrössert.

Fig. 13. Continuirliche Beobachtungsreihe, die Entwickelung dreier Sporangienpflänzchen aus der Zoospore in 4 Stadien darstellend.

A. Am 7. Nov. Abends 7 Uhr. Cyclotellazelle in der Schalenansicht mit 3 im Eindringen begriffenen Zoosporen. Der Inhalt der Wirthszelle zeigt noch keine besonderen Veränderungen, denn die Chromatophoren liegen noch der Wandung dicht an und sind auch in Bezug auf Form und Färbung noch normal. Auch an dem im Centrum sichtbaren Kern scheinen besondere Veränderungen noch nicht vor sich gegangen zu sein.

B. Am 8. November 9 Uhr Morgens. Jene drei Schwärmer sind schon erheblich herangewachsen; der ursprünglich vorhandene glänzende Inhaltskörper derselben hat relativ bedeutende Vergrösserung erfahren, neben ihm sind kleinere, ebenfalls stark lichtbrechende Körnchen entstanden. Zwei der Parasiten zeigen ein deutlich entwickeltes Mycel. Auffällig erscheint jetzt die Wirkung auf die Wirthszelle, insofern die Chromatophoren von der Wandung abgezogen und in mehr rundliche, schmutzig gelbbraune Klümpchen verwandelt. Vom Kern ist nichts mehr zu sehen.

C. Am 9. Nov. Morgens 9 Uhr. Die 3 Sporangien nähern sich schon ihrer Ausbildung. Der stark lichtbrechende Tropfen ist in den beiden grössten Exemplaren bereits kleiner geworden, und auf seine Kosten sind neben ihm zahlreichere glänzende Körnchen aufgetreten. Inhalt der Cyclotella im Wesentlichen wie bei B, ebenso das Mycel.

D. Am 9. Nov. Abends 6 Uhr. Die beiden grössten Sporangien präsentiren sich bereits im Reifestadium, das dritte steht unmittelbar davor.

Fig. 14. Eine zweite continuirliche Beobachtungsreihe, gleichfalls die Entwickelung dreier Sporangienpflänzchen von der Zoospore aus darstellend.

A. Am 7. Nov. Abends 8 Uhr. Cyclotella vom Gürtelband aus gesehen, Chromatophoren noch in normaler Lage und Form.

B. Am 8. Nov. Nachm. 3 Uhr. Ebenso. Der stark lichtbrechende Körper in den ehemaligen Zoosporen hat an Grösse zugenommen. Die Chromatophoren sind von der Wandung abgezogen. Mycel nicht deutlich.

C. Am 9. Nov. Morgens 9 Uhr. Das Object hat sich gedreht, sodass es jetzt die Schalenansicht zeigt. Neben dem stark lichtbrechenden Körper in den bereits grösser gewordenen jungen Sporangien werden kleinere glänzende Körperchen sichtbar. Mycelschlauch bei dem grösseren Exemplar angedeutet.

D. Am 10. Nov. Vorm. 10 Uhr. Schalenansicht. An Stelle des grossen stark lichtbrechenden Körpers im Sporangium treten kleinere.

Fig. 15. Cyclotella-Zelle in der Gürtelbandansicht mit einem Sporangienpflänzchen. Inhalt der Wirthszelle bis auf die missfarbigen Chromatophoren-Klümpchen aufgezehrt. Zwischen letzteren sieht man das Mycel. Das Sporangium entlässt eben seine Schwärmer an zwei lochartigen Stellen.

Fig. 16. Dasselbe Object kurze Zeit später. Es treten eben die letzten Schwärmer aus. Man sieht die beiden Oeffnungen am Sporangium und die verdickte untere Partie der Sporangienmembran.

Fig. 17. Eine Zoospore, bei a schwärmend, bei b mit metabolischen Veränderungen ihres Plasmakörpers.

Fig. 18. Cyclotella-Zelle von der Schalenseite aus gesehen, mit 2 noch sehr jungen Parasiten. Sie haben noch keine auffälligen Wirkungen auf den Inhalt der Wirthszelle geäussert, da die Chromatophoren, die man theils im Profil, theils von der Fläche sieht, noch nicht von der Wandung zurückgezogen und in Bezug auf Form und Farbe augenscheinlich noch intact sind.

Fig. 19. Kleines Cyclotella-Exemplar in der Schalenansicht, mit 7 theils noch sehr jungen, theils halb- oder ganz reifen Sporangienpflänzchen besetzt, deren Mycelien nicht wahrzunehmen sind.

Fig. 20. Ziemlich grosse Cyclotella schräg liegend, mit concentrirter Picrinsäure-Lösung behandelt,

wodurch das relativ grosse Mycel des Parasiten mit seinen Verzweigungen deutlicher hervorgetreten ist.

Fig. 21. Cyclotella von der Schalenseite mit einem reifen Parasiten, dessen Mycel sich wenigstens streckenweise verfolgen lässt.

Fig. 22. Cyclotella von der Schalenseite mit 2 Parasiten, deren Mycel sich in seinen Verzweigungen deutlicher verfolgen lässt.

Fig. 22a. Cyclotella von der Gürtelbandseite. Auf der Grenze von Schale und Gürtelband sitzt ein halbentwickeltes Sporangium, dessen Mycel undeutlich.

Rhizophyton Sciadii nov. spec.

Fig. 23—32.

Fig. 23. $^{450}/_1$ Eine Colonie von 12 Sciadium-Individuen, welche in doldenartiger Anordnung an der Mündung des entleerten Mutterindividuums A sitzen. Die 5 schön grünen Exemplare sind von dem Parasiten verschont geblieben, 6 Individuen dagegen von je 1—2 Pflänzchen des Schmarotzers befallen und bereits abgetödtet. Ihr ehemals schön grüner Inhalt ist jetzt in rothbraune Klümpchen umgewandelt. Von den Parasiten sind nur die entleerten Sporangien deutlich, die Mycelien bei dieser Vergrösserung nicht sichtbar.

Fig. 24. $^{690}/_1$ Kleineres Sciadium-Pflänzchen mit 2 jungen Parasiten.

Fig. 25. $^{690}/_1$ Dasselbe Object 24 Stunden später; die Chromatophoren sind contrahirt.

Fig. 26. $^{690}/_1$ Kleineres Sciadium-Individuum mit 2 dicht unterhalb der Spitze eingedrungenen, noch jungen Schmarotzern.

Fig. 27. $^{690}/_1$ Grosses Sciadium-Exemplar, von 3 Parasiten besetzt. Der eine ist noch sehr jung, die beiden andern zeigen bereits grössere Sporangien. Der Inhalt der Wirthsschläuche erscheint abgetödtet, die Chromatophoren sind contrahirt und in Verfärbung begriffen.

Fig. 28. $^{690}/_1$ Sciadiumschlauch mit einem Parasiten, dessen ziemlich grosses Sporangium unmittelbar vor der Schwärmerbildung steht. Das Chlorophyll des Sciadiums ist in Klümpchen von bräunlicher Färbung umgewandelt, zwischen denen das undeutliche Mycel verläuft.

Fig. 29. $^{690}/_1$ Dasselbe Sporangium 1 Stunde später, fast reif, zahlreiche Schwärmer mit ihren stark lichtbrechenden Kernen enthaltend.

Fig. 30. $^{690}/_1$ Einzelne Schwärmer, einer im Schwärmen begriffen, die beiden andern bereits zur Ruhe gekommen.

Fig. 31. $^{690}/_1$ Grosses Sciadium-Exemplar mit 7 Parasiten besetzt. Bei a b c entleerte, bei d e f g in der Entwickelung begriffene Sporangien.

Fig. 32. $^{1000}/_1$ Stück eines Sciadium-Schlauches mit einem jungen Parasiten. Das Mycel ist nach Entfärben des Schlauchinhalts mit Chromsäure und Färbung mit Gentianaviolett mit allen seinen Verzweigungen klar zu verfolgen.

Rhizophidium Sphaerotheca.

Fig. 33—41.

Vergrösserung 690 fach.

Fig. 33. Mikrospore von *Isoetes lacustris* im normalen Zustande. Im Inhalt reiches Reservematerial in Körnerform; in der Mitte eine Vacuole.

Fig. 34. Mikrospore mit 6 erst in der Entwickelung begriffenen, z. Th. noch sehr jungen Sporangienpflänzchen. Membran und Inhaltsbeschaffenheit der Mikrospore verhindern die Erkennung der feinen Mycelschläuche.

Fig. 35. Mikrospore mit 3 etwas weiter entwickelten Sporangienpflänzchen. Auch hier sind die Mycelien, die den Inhalt der Wirthszelle z. Th. in grosse zur Seite liegende, z. Th. schon aufgezehrte Fettmassen umwandelten, nicht zu erkennen.

Fig. 36. Mikrospore mit einem noch etwas weiter entwickelten Sporangienpflänzchen. Ihr Inhalt ist durch die Einwirkung des zum grossen Theil verdeckten Mycels in reiche Fettmassen umgewandelt.

Fig. 37. Grösseres noch unreifes Sporangiumpflänzchen mit vielfach verzweigtem Mycel, das bereits den gesammten Inhalt der Mikrospore aufgezehrt hat und deshalb mit allen seinen Verzweigungen klar darliegt.

Fig. 38. Grösseres fast völlig reifes Sporangienpflänzchen, in welchem die Schwärmerbildung bereits im Beginn ist. An der Sporangienhaut bemerkt man bei dieser Lage 2 Gallertwarzen, welche zwei späteren Mündungsstellen entsprechen. Der Inhalt der vom Pole aus gesehenen Mikrospore ist bis auf einige körnige Reste und geringe Fetttropfenzahl, welche die feineren Aeste des Mycels theilweise verdecken, aufgezehrt.

Fig. 39. Mikrospore mit 3 Parasiten besetzt. Davon sind zwei noch sehr jung, der dritte besitzt dagegen ein grosses, völlig reifes Sporangium mit zahlreichen Zoosporen, deren Kerne als glänzende, rundliche Körper erscheinen. Der Inhalt der Mikrospore von den nur theilweise verfolgbaren Mycelien erst partiell aufgebraucht.

Fig. 40. Dasselbe Sporangium 16 Stunden später; die fast völlig entleerte Haut zeigt 3 Löcher.

Fig. 41. Einzelne Schwärmer.